



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 33 578.8

**Anmeldetag:** 24. Juli 2002

**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH,  
Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der  
Antriebseinheit eines Fahrzeugs

**IPC:** F 02 D 41/02

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 13. März 2003  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag



Joost

11.07.02 St/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der Antriebseinheit eines Fahrzeugs

Stand der Technik

15

Die Erfindung geht von einem Verfahren und von einer Vorrichtung zur Steuerung der Antriebseinheit eines Fahrzeugs nach der Gattung der unabhängigen Ansprüche aus.

20

Dabei ist es bereits bekannt, einen Sollwert für eine Ausgangsgröße der Antriebseinheit vorzugeben, wobei die Ausgangsgröße beispielsweise ein Radausgangsmoment oder ein Motorausgangsmoment sein kann. Weiterhin ist bekannt, dem Sollwert für ein solches Ausgangsmoment einen Istwert nachzuführen. Für die Nachführung des Istwertes sind dabei verschiedene Stellpfade vorgesehen, die je nach Betriebszustand der Antriebseinheit genutzt werden. In einem Teillast- oder Vollastzustand der Antriebseinheit wird beispielsweise der Istwert für das Ausgangsmoment einem Fahrerwunschemoment als Sollwert über einen langsamen Stellpfad nachgeführt. Der langsame Stellpfad ist dabei beispielsweise der Füllungspfad mit einer Luftfüllung der Zylinder der Antriebseinheit als Stellgröße. Ist der Betriebszustand der Antriebseinheit beispielsweise durch den Übergang von einem Homogenbetrieb in einen Schichtbetrieb bei Benzindirekteinspritzung gekennzeichnet, so erfolgt die Umsetzung des Sollwertes für das Ausgangsmoment über einen schnellen Stellpfad. Der schnelle Stellpfad ist dabei in der Regel ein kurbelwinkelsynchroner Pfad, beispielsweise ein Zündwinkelpfad mit dem Zündwinkel als Stellgröße oder ein Kraftstoffpfad mit der Einspritzmenge und/oder der Einspritzzeit als Stellgröße.

25

30

Vorteile der Erfindung

35

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Steuerung der Antriebseinheit eines Fahrzeugs mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche haben demgegenüber den Vorteil, dass bei einem Übergang vom langsamen Stellpfad in den schnellen Stellpfad der Sollwert ausgehend von einem gewünschten Wert zunächst dem Istwert gleichgesetzt wird und dass der Sollwert anschließend in seiner Änderung begrenzt wieder auf den gewünschten Wert zurück geführt wird. Auf diese Weise wird verhindert, dass es beim Übergang vom langsamen Stellpfad zum schnellen Stellpfad zu einem Sprung des Istwertes in Richtung zum Sollwert kommt, der zu einem Ruck des Fahrzeugs führen und vom Fahrer als unangenehm empfunden würde. Somit wird der Fahrkomfort erhöht und ein spürbarer Ruck verhindert.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Hauptanspruch angegebenen Verfahrens möglich.

Eine einfache Möglichkeit zur Begrenzung der Änderung des Sollwertes besteht darin, ein Filter, insbesondere einen Tiefpass zu verwenden. Wenn dabei die Zeitkonstante des Filters abhängig von einem Betriebspunkt der Antriebseinheit gewählt wird, so kann dadurch in vorteilhafter Weise die Änderungsbegrenzung des Sollwertes an den Betriebspunkt der Antriebseinheit angepasst werden. Je nach Betriebspunkt der Antriebseinheit kann es dabei vorgesehen sein, den Sollwert ausgehend vom Istwert schneller oder langsamer zum gewünschten Wert zurückzuführen und dementsprechend die Änderungsbegrenzung zu variieren.

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass die Änderung des Sollwertes durch eine Rampenfunktion begrenzt wird. Auf diese Weise lässt sich die Änderungsbegrenzung noch einfacher und weniger aufwändig realisieren.

Besonders vorteilhaft ist es, dass ein Übergang vom langsamen Stellpfad zum schnellen Stellpfad detektiert wird, wenn von einem Homogen- in einen Schichtbetrieb bei Benzindirekteinspritzung umgeschaltet wird, wenn eine Kupplung betätigt wird, wenn ein Leerlaufzustand eingestellt wird oder wenn eine minimal zulässige Füllung erreicht wird. Auf diese Weise lässt sich für die beschriebenen Betriebszustände ein Sprung des Istwertes für die Ausgangsgröße der Antriebseinheit und damit ein spürbarer Ruck des Fahrzeugs verhindern.

## Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

5

Es zeigen

- Figur 1            ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,  
Figur 2            einen Ablaufplan zur Verdeutlichung des erfindungsgemäßen  
10                    Verfahrens und  
Figur 3            ein Diagramm eines Ausgangsmomentes über der Zeit zur  
Verdeutlichung der Wirkung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

## Beschreibung des Ausführungsbeispiels

15

In Figur 1 kennzeichnet 15 eine Vorrichtung zur Steuerung der Antriebseinheit eines Fahrzeugs, wie sie beispielsweise in einer Motorsteuerung des Fahrzeugs hardware- und/oder softwaremäßig implementiert sein kann. Die Antriebseinheit des Fahrzeugs soll in diesem Beispiel einen Otto-Motor mit Benzindirekteinspritzung umfassen, kann jedoch zur Realisierung der Erfindung auf beliebigen Antriebskonzepten basieren, beispielsweise auch auf Otto-Motoren mit Saugrohreinspritzung oder Dieselmotoren. Die Vorrichtung 15 umfasst Mittel 25 zur Nachführung eines Istwertes für eine Ausgangsgröße der Antriebseinheit an einen Sollwert und kann als Regler ausgebildet sein, beispielsweise einen P-, einen I- und/oder einen D-Anteil umfassend. Bei der Ausgangsgröße der Antriebseinheit kann es sich beispielsweise um ein Radausgangsmoment oder ein Motorausgangsmoment oder ein sogenanntes indiziertes Motormoment  $M_i$  handeln. Alternativ kann es sich um eine von einem solchen Moment abgeleitete Größe, beispielsweise um eine Ausgangsleistung, handeln. Im Folgenden soll beispielhaft angenommen werden, dass die Ausgangsgröße das indizierte Motormoment  $M_i$  ist. Der Sollwert für das indizierte Motormoment  $M_i$  wird im Folgenden auch als Sollmoment bezeichnet und der Istwert für das indizierte Motormoment  $M_i$  wird im Folgenden auch als Istmoment bezeichnet. Den Mitteln 25 wird über einen Schalter 30 das Sollmoment und von Mitteln 40 zur Erfassung des Istmomentes das Istmoment zugeführt. Die Erfassung des Istmomentes ist dabei nicht Gegenstand dieser Erfindung und erfolgt in

20

25

30

dem Fachmann bekannter Weise, beispielsweise abhängig von der Motordrehzahl und der Motorlast. Über den Schalter 30 ist das Sollmoment dem Regler 25 entweder von Mitteln 20 zur Vorgabe des Sollmomentes oder von Mitteln 10 zur Begrenzung einer Änderung des Sollmomentes zuführbar. Bei den Mitteln 20 kann es sich beispielsweise um einen

5 Momentenkoordinator handeln, der Momentenwünsche von verschiedenen Fahrzeugfunktionen und/oder von Motorfunktionen koordiniert und ein resultierendes Sollmoment vorgibt. Eine solche Fahrzeugfunktion wird beispielsweise durch ein Fahrpedal realisiert, durch dessen Betätigung der Fahrer ein Fahrerwunschmoment vorgeben kann. Weitere Fahrzeugfunktionen, die Momentenwünsche vorgeben, können

10 beispielsweise eine Antriebsschlupfregelung, ein Antiblockiersystem, eine Fahrdynamikregelung oder dergleichen sein. Motorfunktionen, die Momentenwünsche generieren, können beispielsweise eine Leerlaufregelung oder eine Antiruckelregelung sein.

15 In einer ersten Realisierungsform soll beispielhaft davon ausgegangen werden, dass es sich bei den Mitteln 10 zur Begrenzung der Änderung des Sollmomentes um ein Filter, beispielsweise einen Tiefpass handelt. Dem Tiefpass 10 wird als zu filternde Eingangsgröße das vom Koordinator 20 abgegebene Sollmoment zugeführt. Ferner sind Mittel 50 zur Berechnung einer Filterzeitkonstanten vorgesehen, die im Folgenden auch

20 als Recheneinheit bezeichnet werden und aus mindestens einer Eingangsgröße die Filterzeitkonstante berechnet und dem Tiefpass 10 zuführt. Die Filterzeitkonstante wird dabei in der Recheneinheit 50 abhängig vom aktuellen Betriebspunkt der Antriebseinheit berechnet. Der Betriebspunkt der Antriebseinheit, die in diesem Beispiel eine Brennkraftmaschine umfasst, hängt dabei von der Motordrehzahl der

25 Brennkraftmaschine, von der Saugrohrzeitkonstanten und damit von der Dynamik des Saugrohrs der Brennkraftmaschine, von der Motortemperatur, von dem über eine Zylinderfüllung der Brennkraftmaschine eingestellten Motormoment und von weiteren Größen ab. Beispielhaft sind in Figur 1 ein Drehzahlsensor 55 zur Erfassung der Motordrehzahl, Mittel 60 zur Ermittlung der Saugrohrzeitkonstanten, ein

30 Temperatursensor 65 zur Ermittlung der Motortemperatur und Mittel 70 zur Ermittlung des über die Zylinderfüllung umgesetzten Motormomentes vorgesehen, die die genannten Größen in dem Fachmann bekannter Weise ermitteln und der Recheneinheit 50 zuführen. Aus diesen zugeführten Größen bestimmt die Recheneinheit 50 dann beispielsweise über ein in einem Testbetrieb des Fahrzeugs appliziertes Kennfeld die Filterzeitkonstante. Zur

Ermittlung der Filterzeitkonstanten können dabei auch noch mehr den Betriebspunkt der Antriebseinheit bestimmende Größen oder weniger als die gemäß Figur 1 beschriebenen Größen verwendet werden, je nach dem, ob die Filterzeitkonstante stärker oder weniger stark an den Betriebspunkt der Antriebseinheit angepasst sein soll. Alternativ kann es vorgesehen sein, die Filterkonstante unabhängig vom Betriebspunkt der Antriebseinheit fest vorzugeben und im Tiefpass 10 abzuspeichern.

Die Vorrichtung 15 umfasst weiterhin eine Steuerung 35, die den Schalter 30 mit einem Ansteuersignal ansteuert und mit diesem Ansteuersignal auch den Tiefpass 10 initialisiert. Wird dabei das Ansteuersignal gesetzt, so wird der Schalter 30 veranlasst, den Ausgang des Tiefpasses 10 mit dem Sollwerteingang des Reglers 25 zu verbinden, der mit dem Bezugszeichen 95 gekennzeichnet ist. Durch Setzen des Ansteuersignals wird außerdem der Tiefpass 10 initialisiert. Ist oder wird das Ansteuersignal zurückgesetzt, so ist der Schalter 30 derart angesteuert, dass er den Ausgang des Koordinators 20 mit dem Sollwerteingang 95 verbindet. Durch das zurückgesetzte Ansteuersignal ist außerdem der Tiefpass 10 zurückgesetzt. Bei der Initialisierung des Tiefpasses 10 durch das Setzen des Ansteuersignals seitens der Steuerung 35 wird der Ausgang des Tiefpasses 10 zunächst auf das von den Mitteln 40 gelieferte Istmoment gesetzt, das dem Tiefpass 10 vom Ausgang der Mittel 40 ebenfalls zugeführt ist. Somit geht nach Initialisierung des Tiefpasses 10 der Ausgang des Tiefpasses 10 ausgehend vom Istmoment mit der von der Recheneinheit 50 gelieferten Zeitkonstanten in das vom Koordinator 20 gelieferte Sollmoment über. Auf diese Weise lässt sich bei Verbindung des Ausgangs des Tiefpasses 10 über den Schalter 30 mit dem Sollwerteingang 95 eine Begrenzung der Änderung des Sollmomentes durchführen, wobei die Änderungsbegrenzung abhängig von der Filterzeitkonstanten und damit vom Betriebspunkt der Antriebseinheit ist. Zur Begrenzung der Änderung des Sollmomentes kann statt des Filters 10 auch eine Rampenfunktion verwendet werden. Die Rampenfunktion kann dabei in der gleichen Weise von der Steuerung 35 initialisiert werden, wie der beschriebene Tiefpass 10, wobei gleichzeitig der Schalter 30 zur Verbindung des Ausgangs der Rampenfunktion mit dem Sollwerteingang 95 angesteuert wird. Dabei wird der Ausgang der Rampenfunktion bei der Initialisierung in entsprechender Weise dem aktuellen Istmoment gleichgesetzt und gemäß dem Verlauf der Rampenfunktion bis auf das vom Koordinator 20 gelieferte Sollmoment abgesenkt, so dass die Begrenzung der Änderung des Sollmomentes sich aus dem Verlauf der

Rampenfunktion ergibt. Dabei können abhängig vom Betriebspunkt der Antriebseinheit verschiedene Verläufe für die Rampenfunktion durch die Recheneinheit 50 vorgegeben werden. Dies kann beispielsweise ebenfalls dadurch erfolgen, dass abhängig von der Motordrehzahl, von der Saugrohrzeitkonstanten, von der Motortemperatur und von den über die Zylinderfüllung umgesetzten Motormoment mittels eines in einem Testbetrieb des Fahrzeugs applizierten Kennfeldes verschiedene Rampenfunktionen in der Recheneinheit 50 vorgegeben sind. Bei der Initialisierung der Rampenfunktion wird dann der für den aktuellen Betriebspunkt der Antriebseinheit in der Recheneinheit 50 festgelegte vorgegebene Verlauf der Rampenfunktion verwendet.

Das Setzen des Ansteuersignals durch die Steuerung 35 ist abhängig vom Betriebszustand der Antriebseinheit. Dabei sind beispielsweise Mittel 75 vorgesehen, die eine Umschaltung von einem Homogenbetrieb in einen Schichtbetrieb bei benzindirekteinspritzenden Otto-Motoren detektieren. Die Detektion kann dabei beispielsweise dadurch erfolgen, dass die Mittel 75 prüfen, ob das indizierte Motormoment  $M_i$  einen vorgegebenen Schwellwert unterschreitet, der die Grenze zwischen dem Homogenbetrieb und dem Schichtbetrieb markiert. Die Mittel 75 sind somit beispielsweise als Vergleichseinrichtung ausgebildet, die das indizierte Motormoment  $M_i$  mit dem vorgegebenen Schwellwert vergleichen. Ferner kann ein Kupplungssensor 80 vorgesehen sein, der einen Zustand einer Kupplung der Antriebseinheit in dem Fachmann bekannter Weise detektiert. Ferner kann ein Leerlaufkontakt 85 vorgesehen sein, der bei Eintreten eines Leerlaufzustandes geschlossen wird. Ferner können Mittel 90 vorgesehen sein, die eine Sollzylinderfüllung mit einer minimal zulässigen Füllung vergleichen und in Abhängigkeit des Vergleichs ein entsprechendes Ausgangssignal erzeugen. Die Mittel 90 sind dabei ebenfalls beispielsweise als Vergleichseinrichtung ausgebildet.

Die Mittel 75 und 90 sowie der Kupplungssensor 80 und der Leerlaufkontakt 85 sind mit der Steuerung 35 verbunden, um der Steuerung 35 Informationen über den aktuellen Betriebszustand der Antriebseinheit mitzuteilen. Wird einer der folgenden Betriebszustände der Antriebseinheit detektiert, so veranlasst die Steuerung 35 ein Setzen des Ansteuersignals:

- es wurde von den Mitteln 75 eine Umschaltung vom Homogenbetrieb in den Schicht-

betrieb detektiert,

- der Kupplungssensor 80 hat ein getretenes Kupplungspedal bzw. ein Öffnen der Kupplung oder ein losgelassenes Kupplungspedal bzw. ein Schließen der Kupplung detektiert

5      - der Leerlaufkontakt 85 wurde geschlossen, so dass ein eingetretener Leerlaufzustand der Brennkraftmaschine detektiert wurde,

- die Sollzylinderfüllung erreicht die minimal zulässige Füllung, wobei das Sollmoment kleiner als das Istmoment ist.

10      Der Vergleich zwischen Sollmoment und Istmoment kann dabei ebenfalls durch die Mittel 90 erfolgen, die zu diesem Zweck mit den Mitteln 40 und dem Koordinator 20 verbunden sein können. Dies ist in Figur 1 aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Außer den dargestellten detektierbaren Betriebszuständen der Antriebseinheit können weitere Betriebszustände detektiert werden, die ein Setzen des Ansteuersignals  
15      durch die Steuerung 35 auslösen.

Der Regler 25 kann die Umsetzung des über den Sollwerteingang 95 vorgegebenen Sollmomentes über einen langsamen Stellpfad 1 und/oder einen schnellen Stellpfad 5 umsetzen. Beim langsamen Stellpfad 1 kann es sich beispielsweise um einen  
20      Füllungspfad handeln, bei dem das vorgegebene Sollmoment mittels der Zylinderfüllung als Stellgröße umgesetzt wird. Beim schnellen Stellpfad 5 kann es sich um einen kurbelwinkelsynchronen Pfad handeln. Der kurbelwinkelsynchrone Pfad kann beispielsweise über einen Zündwinkelpfad und/oder einen Kraftstoffpfad realisiert werden. Beim Zündwinkelpfad erfolgt die Umsetzung des vorgegebenen Sollmomentes  
25      über die Einstellung des Zündwinkels und beim Kraftstoffpfad erfolgt die Umsetzung des vorgegebenen Sollwinkels über die Einspritzmenge und/oder die Einspritzzeit als Stellgröße. Das vorgegebene Sollmoment kann dabei nur über einen der beiden Stellpfade 1, 5 oder unter gleichzeitiger Nutzung der beiden Stellpfade 1, 5 umgesetzt werden. Mit dem Setzen des Ansteuersignals aufgrund der Detektion des entsprechenden  
30      Betriebszustandes der Antriebseinheit wird der Regler 25 von der Steuerung 35 derart angesteuert, dass er den schnellen Stellpfad 5 freigibt, beispielsweise durch eine Zündwinkelfreigabe. Das bedeutet, dass das Istmoment dem Sollmoment schlagartig angeglichen werden kann, was zu einem spürbaren Ruck des Fahrzeugs und damit zu einer Komforteinbuße führt. Dies soll erfindungsgemäß vermieden werden.



Zu diesem Zweck wird zwar mit Setzen des Ansteuersignals die Freigabe des kurbelwinkelsynchronen Pfades 5 beibehalten, jedoch wird der Schalter 30 zur Verbindung des Ausgangs des Filters 10 mit dem Sollwerteingang 95 wie beschrieben angesteuert. Dabei soll in diesem Beispiel für die Begrenzung der Änderung des Sollmomentes stellvertretend das Tiefpassfilter 10 betrachtet werden. Auf diese Weise wird mit der Freigabe des kurbelwinkelsynchronen Stellpfades 5 das Sollmoment am Sollwerteingang 95 dem aktuellen Istmoment gleichgesetzt und mit der Filterzeitkonstanten dem vom Koordinator 20 abgegebenen Sollmoment durch Tiefpassfilterung angenähert. Dabei ist ein Vergleicher 45 vorgesehen, dem der Ausgang des Tiefpasses 10 und der Ausgang des Koordinators 20 zugeführt sind und der somit das vom Koordinator 20 vorgegebene Sollmoment mit dem Ausgang des Tiefpasses 10 vergleicht. Liegt der Abstand zwischen dem vom Koordinator 20 vorgegebenen Sollmoment und dem Ausgang des Tiefpasses 10 unter einer vorgegebenen Schwelle, so veranlasst der Vergleicher 45 die Steuerung 35 zum Zurücksetzen des Ansteuersignals, so dass der Schalter 30 zur Verbindung des Ausgangs des Koordinators 20 mit dem Sollwerteingang 95 angesteuert wird und der Tiefpass 10 zurückgesetzt wird. Ferner kann mit Zurücksetzen des Ansteuersignals auch der Regler 25 von der Steuerung 35 derart angesteuert werden, dass die Freigabe des kurbelwinkelsynchronen Stellpfades 5 beendet wird und eine Umsetzung des am Sollwerteingang 95 vorgegebenen Sollmomentes nur über den Füllungspfad 1 erfolgt. Es kann alternativ vorgesehen sein, das Ansteuersignal der Steuerung 35 auch zur Freigabe bzw. zum Sperren des kurbelwinkelsynchronen Stellpfades 5 zu verwenden, wobei mit einem Setzen des Ansteuersignals der kurbelwinkelsynchrone Pfad 5 freigegeben und mit einem Zurücksetzen des Ansteuersignals der kurbelwinkelsynchrone Pfad 5 wieder gesperrt wird.

In Figur 2 wird der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens beispielhaft anhand eines Ablaufplans näher erläutert. Nach dem Start des Programms ist das Ansteuersignal zunächst zurückgesetzt und der Ausgang des Koordinators 20 über den Schalter 30 mit dem Sollwerteingang 95 des Reglers 25 verbunden. Außerdem wird das von den Mitteln 40 ermittelte Istmoment der Antriebseinheit vom Regler 25 ausschließlich über den Füllungspfad 1 dem am Sollwerteingang 95 vorgegebenen Sollmoment nachgeführt. Bei einem Programmpunkt 100 prüft die Steuerung 35, ob einer der oben genannten Betriebszustände vorliegt, also ob vom Homogenbetrieb in den Schichtbetrieb

umgeschaltet wird, ob die Kupplung geöffnet oder geschlossen wird, ob der Leerlaufkontakt geschlossen wird oder ob die Sollzylinderfüllung die minimal zulässige Füllung erreicht und gleichzeitig das Sollmoment kleiner als das Istmoment ist. Ist eine der vorgenannten Bedingungen erfüllt, so wird zu einem Programmpunkt 105 verzweigt, andernfalls wird zu Programmpunkt 100 zurückverzweigt.

Bei Programmpunkt 105 wird das Ansteuersignal von der Steuerung 35 gesetzt und damit der Tiefpass 10 initialisiert, der Schalter 30 zur Verbindung des Ausgangs des Tiefpasses 10 mit dem Sollwerteingang 95 umgeschaltet und der Regler 25 veranlasst, den kurbelwinkelsynchronen Stellpfad 5 zur Umsetzung des am Sollwerteingang 95 vorgegebenen Sollmomentes freizugeben. Die Umsetzung des am Sollwerteingang 95 vorgegebenen Sollmomentes, in diesem Fall des Ausgangs des Tiefpasses 10, erfolgt somit sowohl über den Füllungspfad 1 als auch über den kurbelwinkelsynchronen Stellpfad 5. Anschließend wird zu einem Programmpunkt 110 verzweigt.

Bei Programmpunkt 110 prüft die Steuerung 35, ob vom Vergleicher 45 eine Information darüber vorliegt, dass der Abstand zwischen dem vom Koordinator 20 abgegebenen Sollmoment und dem Ausgang des Tiefpasses 10 die vorgegebene Schwelle unterschreitet. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt 115 verzweigt, andernfalls wird zu Programmpunkt 110 zurückverzweigt.

Bei Programmpunkt 115 wird das Ansteuersignal von der Steuerung 35 zurückgesetzt. Dadurch wird der Tiefpass 10 zurückgesetzt und der Schalter 30 zur Verbindung des Ausgangs des Koordinators 20 mit dem Sollwerteingang 95 des Reglers 25 umgeschaltet, sowie der kurbelwinkelsynchrone Stellpfad 5 gesperrt. Die Sperrung des kurbelwinkelsynchronen Stellpfades 5 mit Zurücksetzen des Ansteuersignals ist jedoch nicht unbedingt erforderlich und kann abhängig vom Betriebszustand der Antriebseinheit auch verhindert werden, so dass der kurbelwinkelsynchrone Stellpfad 5 auch nach Zurücksetzen des Ansteuersignals freigegeben bleiben kann. Eine Sperrung des kurbelwinkelsynchronen Stellpfades 5 kann dann ebenfalls in Abhängigkeit des Betriebszustandes der Antriebseinheit von der Steuerung 35 erfolgen. In diesem Fall macht die getrennte Ansteuerung des Reglers 25 einerseits und des Tiefpasses 10 und des Schalters 30 andererseits durch die Steuerung 35, wie auch in Figur 1 dargestellt, Sinn.

Nach Programmpunkt 115 wird zu einem Programmpunkt 120 verzweigt.

Im Folgenden soll dabei beispielhaft davon ausgegangen werden, dass gemäß Figur 1 der Regler 25 einerseits und der Tiefpass 10 und der Schalter 30 andererseits getrennt angesteuert werden. Dabei soll davon ausgegangen werden, dass mit Zurücksetzen des Ansteuersignals der kurbelwinkelsynchrone Stellpfad 5 nach wie vor freigegeben ist. Bei Programmpunkt 120 prüft dann die Steuerung 35, ob einer der genannten Betriebszustände, also die Umschaltung vom Homogenbetrieb in den Schichtbetrieb, das Öffnen oder Schließen der Kupplung, das Schließen des Leerlaufkontaktes oder das Erreichen des minimal zulässigen Füllungswertes durch die Sollzylinderfüllung bei einem Sollmoment, das kleiner als das Istmoment ist, beendet ist. Ist dies der Fall, so wird zu einem Programmpunkt 130 verzweigt, andernfalls wird zu einem Programmpunkt 125 verzweigt.

Bei Programmpunkt 125 wird die Freigabe des kurbelwinkelsynchronen Stellpfades 5 beibehalten und anschließend zu Programmpunkt 120 zurückverzweigt.

Bei Programmpunkt 130 wird der kurbelwinkelsynchrone Pfad 5 von der Steuerung 35 über den Regler 25 wieder gesperrt. Die Umsetzung des am Sollwerteingang 95 vorgegebenen Sollmomentes wird dann wiederum nur über den Füllungspfad 1 realisiert. Anschließend wird das Programm verlassen.

In Figur 3 wird die Wirkung des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand eines beispielhaften Verlaufs des indizierten Motormomentes  $M_i$  über der Zeit  $t$  verdeutlicht. In Figur 3 kennzeichnet 200 einen vorgegebenen Schwellenwert für das indizierte Motormoment  $M_i$ . Weiterhin kennzeichnet 225 einen Verlauf für das vom Koordinator 20 vorgegebene gewünschte Sollmoment. In Figur 3 kennzeichnet 210 einen Verlauf des von den Mitteln 40 ermittelten Istmomentes, der für Zeitpunkte kleiner einem ersten Zeitpunkt  $t_1$  größere Werte annimmt, als der Verlauf 225 des vom Koordinator 20 gewünschten Sollmomentes. Bis zu einem zweiten Zeitpunkt  $t_2$ , der kleiner als der erste Zeitpunkt  $t_1$  ist, ist dabei das Ansteuersignal zurückgesetzt und der Schalter 30 verbindet den Ausgang des Koordinators 20 mit dem Sollwerteingang 95. Außerdem wird das somit am Sollwerteingang 95 vom Koordinator 20 gewünschte Sollmoment vom Regler 25 bis zum zweiten Zeitpunkt  $t_2$  nur über den Füllungspfad 1 umgesetzt. Zum zweiten

Zeitpunkt  $t_2$  schneidet der Verlauf 225 des vom Koordinator 20 gewünschten Sollmomentes den vorgegebenen Schwellenwert 200 und unterschreitet ihn für Zeitpunkte größer dem zweiten Zeitpunkt  $t_2$ . Das Unterschreiten des vorgegebenen Schwellenwertes 200 wird dabei von der Steuerung 35 als Umschalten vom Homogen- in den Schichtbetrieb interpretiert und daraufhin das Ansteuersignal kurz nach dem zweiten Zeitpunkt  $t_2$  gesetzt. Dadurch wird mit Setzen des Ansteuersignals der Schalter 30 zur Verbindung des Ausgangs des Tiefpasses 10 mit dem Sollwerteingang 95 umgeschaltet und somit der Ausgang des Tiefpasses 10 mit dem Sollwerteingang 95 verbunden. Dadurch wird das am Sollwerteingang 95 anliegende Sollmoment ausgehend vom vom Koordinator 20 gewünschten Sollmoment gemäß dem Verlauf 225 auf das Istmoment gemäß dem Verlauf 210 angehoben, wobei der mit dem Bezugszeichen 205 gekennzeichnete Pfeil dieses Anheben verdeutlicht. Somit ist mit Setzen des Ansteuersignals das Sollmoment am Sollwerteingang 95 des Reglers 25 dem Istmoment zunächst gleichgesetzt und wird anschließend aufgrund der Tiefpassfilterung mit der Filterzeitkonstanten bis zum ersten Zeitpunkt  $t_1$  wieder auf den Verlauf 225 des vom Koordinator 20 gewünschten Sollmomentes abgesenkt. Dieses Absenken kann alternativ durch eine Rampenfunktion, wie beschrieben, realisiert werden. Gemäß Figur 3 ist eine solche rampenförmige Begrenzung der Änderung des am Sollwerteingang 95 anliegenden Sollmomentes bis zum Erreichen des Verlaufs 225 des vom Koordinator 20 gewünschten Sollmomentes dargestellt. Zum ersten Zeitpunkt  $t_1$  wird also das vom Koordinator 20 gewünschte Sollmoment wieder erreicht. Je nach vorgegebener Schwelle im Vergleich 45 wird somit spätestens zum ersten Zeitpunkt  $t_1$  das Ansteuersignal von der Steuerung 35 wieder zurückgesetzt, so dass der Schalter 30 wieder mit dem Ausgang des Koordinators 20 verbunden wird und anschließend wieder das vom Koordinator 20 gewünschte Sollmoment am Sollwerteingang 95 anliegt. Der rampenförmige Verlauf des am Sollwerteingang 95 anliegenden Sollmoments von dem Setzen des Ansteuersignals kurz nach dem zweiten Zeitpunkt  $t_2$  bis zum ersten Zeitpunkt  $t_1$  ist in Figur 3 mit dem Bezugszeichen 220 gekennzeichnet und kann auf einem von der Recheneinheit 50 für den aktuellen Betriebspunkt der Antriebseinheit vorgegebenen Verlauf der Rampenfunktion basieren. Dieser rampenförmige Verlauf des Sollmomentes gemäß Figur 3 wird der Einfachheit halber ebenfalls als Filterung bezeichnet, so dass für das Beispiel nach Figur 3 nach wie vor das Filter 10 zur Begrenzung der Änderung des Sollmoments betrachtet werden kann.

Aufgrund der mit Setzen des Ansteuersignals erfolgten Freigabe des kurbelwinkelsynchronen Stellpfades 5 kurz nach dem zweiten Zeitpunkt  $t_2$  folgt auch das Istmoment 210 dem rampenförmigen Verlauf 220 des Sollmoments sehr schnell nach, um zum ersten Zeitpunkt  $t_1$  ebenfalls den Verlauf 225 des vom Koordinator 20 gewünschten Sollmomentes zu erreichen. In Figur 3 ist außerdem mit dem Bezugszeichen 215 der Verlauf des Istmomentes dargestellt, der sich vom zweiten Zeitpunkt  $t_2$  an ergeben würde, wenn nach wie vor nur der Füllungspfad 1 freigegeben wäre. Dabei ist zu erkennen, dass die Nachführung des Istmomentes nur über den Füllungspfad 1 sehr viel langsamer erfolgen würde, als wenn auch der kurbelwinkelsynchrone Stellpfad 5 freigegeben wäre. Würde zum zweiten Zeitpunkt  $t_2$  bzw. kurz danach nicht der Schalter 30 zur Verbindung des Ausgangs des Tiefpasses 10 mit dem Sollwerteingang 95 umgeschaltet, sondern nach wie vor den Ausgang des Koordinators 20 mit dem Sollwerteingang 95 verbinden, so würde das Istmoment vom zweiten Zeitpunkt  $t_2$  nachfolgend aufgrund der Freigabe des kurbelwinkelsynchronen Stellpfades 5 schlagartig und quasi sprungförmig auf den Verlauf 225 des vom Koordinator 20 gewünschten Sollmomentes springen, was einen spürbaren Ruck zur Folge hätte. Dies wird durch das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung vermieden.

Gemäß der Ausführungsform der Figur 1 kann es vorgesehen sein, dass der Verlauf 225 des gewünschten Sollmomentes gemäß Figur 3 bis zum zweiten Zeitpunkt  $t_2$  ausschließlich über den Füllungspfad 1 umgesetzt werden soll und sobald die Umschaltung vom Homogen- in den Schichtbetrieb detektiert wird, das gewünschte Sollmoment nur noch über den kurbelwinkelsynchronen Stellpfad 5 umgesetzt werden soll. Mit Erreichen des gewünschten Sollmomentes durch das Istmoment zum ersten Zeitpunkt  $t_1$  kann es dann vorgesehen sein, für Zeitpunkte größer dem ersten Zeitpunkt  $t_1$  das Istmoment dem gewünschten Sollmoment wieder ausschließlich über den Füllungspfad 1 nachzuführen. In diesem Fall liefert dann der Koordinator 20, wie beschrieben, das gewünschte Sollmoment, unabhängig davon, ob es über den Füllungspfad 1 oder den kurbelwinkelsynchronen Stellpfad 5 umgesetzt wird und die Entscheidung, über welchen der beiden Stellpfade 1, 5 das am Sollwerteingang 95 vorliegende Sollmoment umgesetzt werden soll, erfolgt in der beschriebenen Weise durch Ansteuerung des Reglers 25 durch die Steuerung 35.

Ist das Filter 10 als Tiefpass ausgebildet, so kann es sich dabei beispielsweise um einen Tiefpass erster oder zweiter oder höherer Ordnung handeln. Wird die Filterzeitkonstante, wie beschrieben, abhängig vom Betriebspunkt der Antriebseinheit gewählt bzw. berechnet, so lässt sich die Begrenzung der Änderung der Sollmomentes wie beschrieben flexibel gestalten.

Der Füllungspfad 1 ist deshalb der langsamere Stellpfad, weil er von der Saugrohrdynamik und damit der Saugrohrzeitkonstanten bestimmt wird. Bei einem Otto-Motor kann der kurbelwinkelsynchrone Stellpfad 5 als Zündwinkelpfad und/oder als Kraftstoffpfad gewählt werden. Bei Diesel-Motoren ist der kurbelwinkelsynchrone Stellpfad 5 der Kraftstoffpfad.

Es kann weiterhin vorgesehen sein, dass der Koordinator 20 sowohl ein über den Füllungspfad 1 umzusetzendes, als auch ein über den kurbelwinkelsynchronen Stellpfad 5 umzusetzendes Sollmoment vorgibt, wobei hier nur das zur Umsetzung über den kurbelwinkelsynchronen Stellpfad 5 umzusetzende Sollmoment betrachtet werden soll. In diesem Fall liegt am Sollwerteingang 95 des Reglers 25 nur das über den kurbelwinkelsynchronen Stellpfad 5 umzusetzende Sollmoment an und der Regler 25 führt das Istmoment diesem Sollmoment nur über den kurbelwinkelsynchronen Stellpfad 5 nach, sofern dieser freigegeben ist. Die Freigabe und die Sperrung des kurbelwinkelsynchronen Stellpfades 5 erfolgt dabei in der zuvor beschriebenen Weise. Für die Umsetzung des für den Füllungspfad 1 vorgesehenen Sollmomentes kann dann beispielsweise ein eigener Regler vorgesehen sein, der in Figur 1 nicht dargestellt ist.

11.07.02 St/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

Ansprüche

10

1. Verfahren zur Steuerung der Antriebseinheit eines Fahrzeugs, wobei ein Sollwert für eine Ausgangsgröße der Antriebseinheit vorgegeben wird und wobei ein Istwert für die Ausgangsgröße dem Sollwert je nach Betriebszustand der Antriebseinheit über einen langsamen Stellpfad (1) oder einen schnellen Stellpfad (5) nachgeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei einem Übergang vom langsamen Stellpfad (1) in den schnellen Stellpfad (5) der Sollwert ausgehend von einem gewünschten Wert zunächst dem Istwert gleichgesetzt wird und dass der Sollwert anschließend in seiner Änderung begrenzt wieder auf den gewünschten Wert zurückgeführt wird.

15

20

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Änderung des Sollwertes durch ein Filter (10), insbesondere einen Tiefpass, begrenzt wird.

25

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Zeitkonstante des Filters (10) abhängig von einem Betriebspunkt der Antriebseinheit gewählt wird.

30

4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Änderung des Sollwertes durch eine Rampenfunktion begrenzt wird.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Übergang vom langsamen Stellpfad (1) zum schnellen Stellpfad (5) detektiert wird, wenn von einem Homogen- in einen Schichtbetrieb bei Benzindirekteinspritzung umgeschaltet wird, wenn eine Kupplung betätigt wird, wenn ein Leerlaufzustand eingestellt wird oder wenn eine minimal zulässige Füllung erreicht wird.

- 5
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als Ausgangsgröße ein Drehmoment gewählt wird.
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als langsamer Stellpfad (1) ein Füllungspfad gewählt wird.
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass als schneller Stellpfad (5) ein kurbelwinkelsynchroner Pfad, insbesondere ein Zündwinkelpfad oder ein Kraftstoffpfad gewählt wird.
- 10
9. Vorrichtung (15) zur Steuerung der Antriebseinheit eines Fahrzeugs, wobei Mittel (20) zur Vorgabe eines Sollwertes für eine Ausgangsgröße der Antriebseinheit vorgesehen sind und wobei Mittel (25) zur Nachführung eines Istwert für die Ausgangsgröße an den Sollwert je nach Betriebszustand der Antriebseinheit über einen langsamen Stellpfad (1) oder einen schnellen Stellpfad (5) vorgesehen sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** Mittel (30, 35) vorgesehen sind, die bei einem Übergang vom langsamen Stellpfad (1) in den schnellen Stellpfad (5) den Sollwert ausgehend von einem gewünschten Wert zunächst dem Istwert gleichsetzen und dass Mittel (10) vorgesehen sind, die den Sollwert anschließend in seiner Änderung begrenzt wieder auf den gewünschten Wert zurückführen.
- 15
- 20



11.07.02 St/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der Antriebseinheit eines Fahrzeugs

Zusammenfassung

15

Es werden ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Antriebseinheit eines Fahrzeugs vorgeschlagen, die eine ruckfreie Freigabe eines schnellen Stellpfades (5) für die Umsetzung eines Sollwertes für eine Ausgangsgröße der Antriebseinheit ermöglichen. Dabei wird der Sollwert für die Ausgangsgröße der Antriebseinheit vorgegeben. Ein Istwert für die Ausgangsgröße wird dem Sollwert je nach Betriebszustand der Antriebseinheit über einen langsamen Stellpfad (1) oder den schnellen Stellpfad (5) nachgeführt. Bei einem Übergang vom langsamen Stellpfad (1) in den schnellen Stellpfad (5) wird der Sollwert ausgehend von einem gewünschten Wert zunächst dem Istwert gleichgesetzt und anschließend in seiner Änderung begrenzt wieder auf den gewünschten Wert zurückgeführt.

20

25

Fig. 1

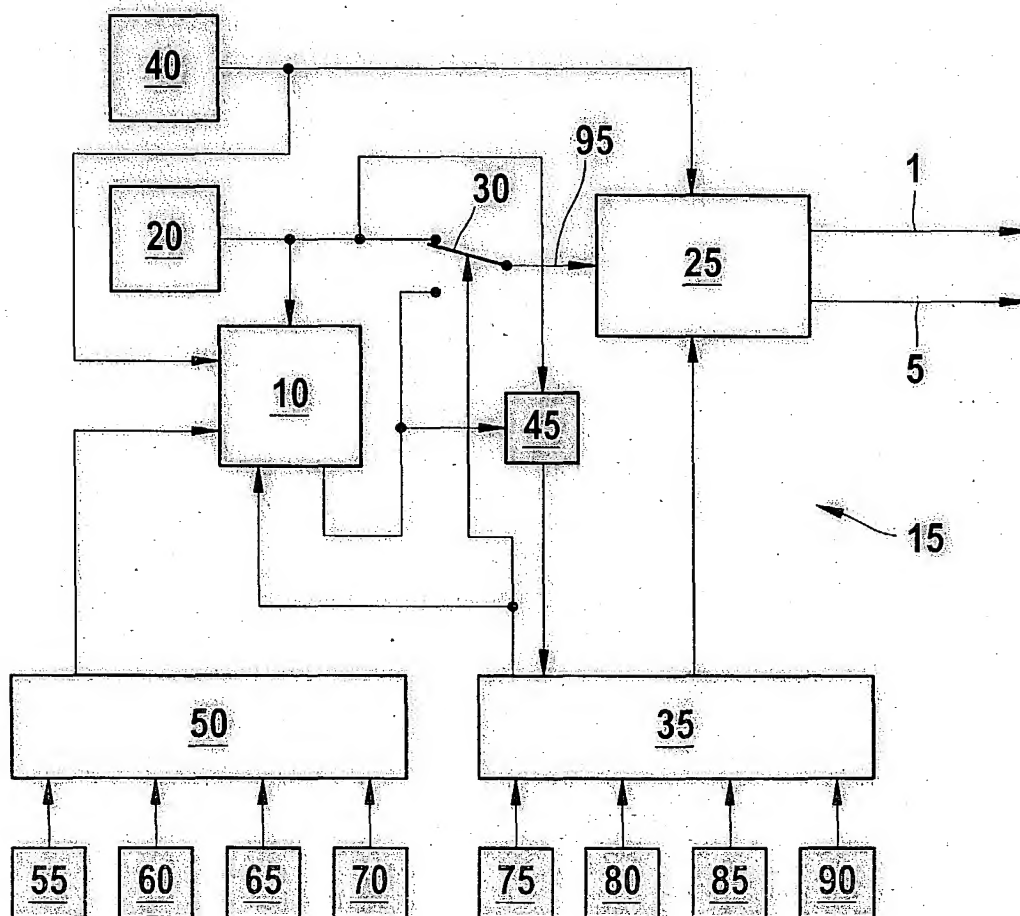
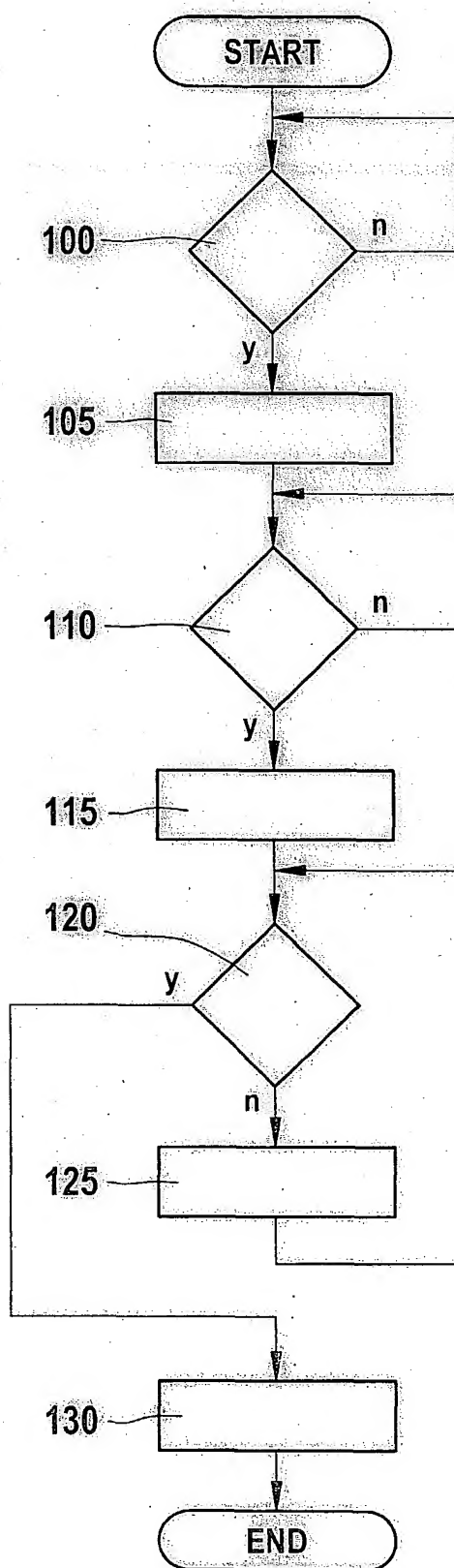
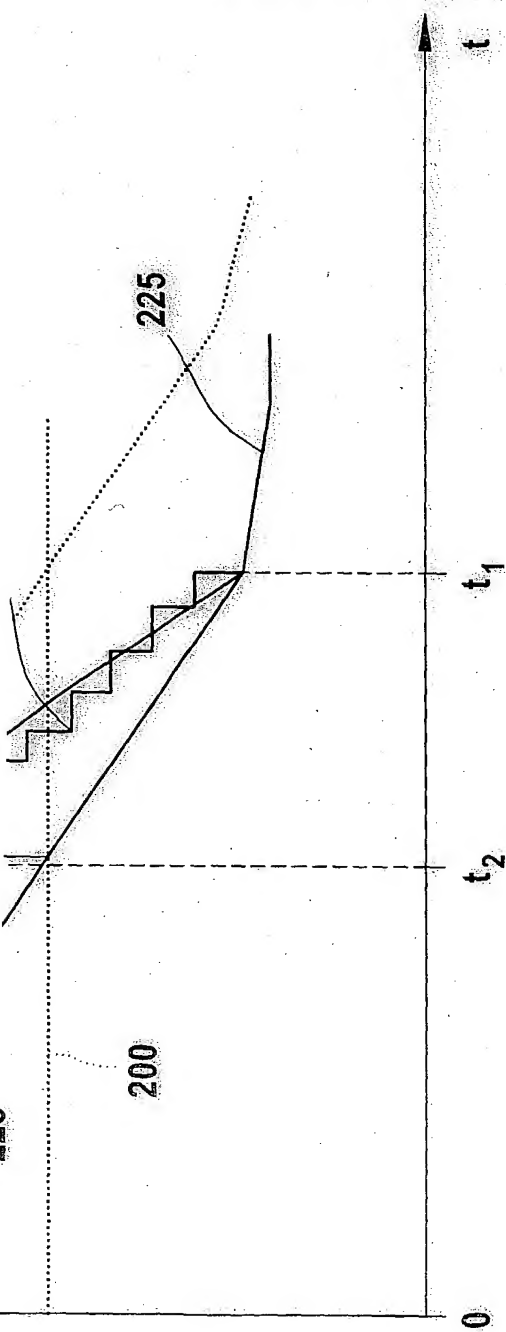


Fig. 2



R.303540

Application Serial No. \_\_\_\_\_  
 Attorney Doctel No. \_\_\_\_\_  
 Telephone: 301-888-8853  
 Telex: 301-888-8853  
 Post Office Box 4058  
 Washington, DC 20008-4058



- ☐ Data Sheet
- ☐ IDS Including 1449
- ☐ Including Elections
- ☐ 371P PCT Papers in a 371P Application
- ☐ Amendment
- ☐ FOR Foreign Reference
- ☐ NPL Non-Patent Literature
- ☐ Remarks in Amendment
- ☐ FRPR Foreign Priority Papers
- ☐ ARTIFACT Artifact
- ☐ APPENDIX Appendix
- ☐ COMPUTER Computer Program Listing
- ☐ SPEC NO Specification Not in English
- ☐ N417 Copy of EFS Receipt Acknowledgement

F/D \_\_\_\_\_  
 or Exhibit Received

DISCLAIMER \_\_\_\_\_  
 Disclaimer Filed

ET. \_\_\_\_\_

☐ DUPLEX